

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-157981
(43)Date of publication of application : 12.06.2001

(51)Int.Cl. B25J 13/00
B25J 5/00
G05B 11/36

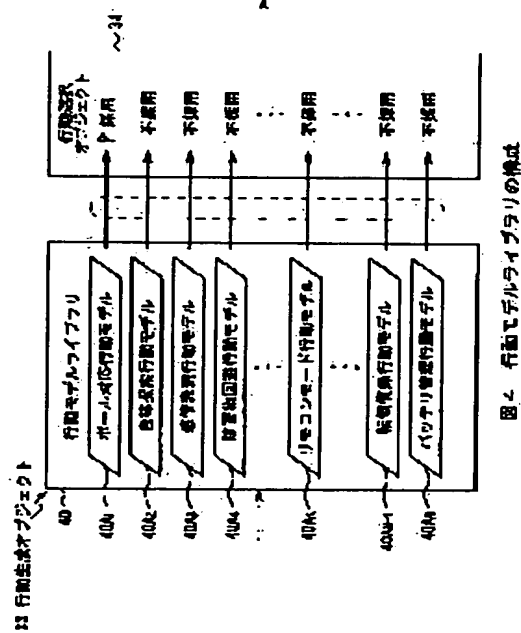
(21)Application number : 11-341211 (71)Applicant : SONY CORP
(22)Date of filing : 30.11.1999 (72)Inventor : HASEGAWA RIKI
NOMA HIDEKI

(54) ROBOT DEVICE AND CONTROL METHOD THEREOF

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a robot device and a control method thereof capable of extraordinarily improving amusement performance.

SOLUTION: In this robot device and this control method for that for generating an action based on an action model, the action model is selected among plural action models based on at least one of input information from the external and self-action and/or growth history. As a result, in this control method for the robot device, the next action that is the optimum can be continuously performed in accordance with a current situation, thereby a robot device and a control method thereof capable of extraordinarily improving amusement performance can be provided.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]
[Date of sending the examiner's decision of rejection]
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
[Date of final disposal for application]
[Patent number]
[Date of registration]
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-157981

(P2001-157981A)

(43) 公開日 平成13年6月12日 (2001.6.12)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード (参考)
B 2 5 J 13/00		B 2 5 J 13/00	Z 3 F 0 5 9
5/00		5/00	C 3 F 0 6 0
G 0 5 B 11/36		G 0 5 B 11/36	F 5 H 0 0 4

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平11-341211

(22) 出願日 平成11年11月30日 (1999.11.30)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号

(72) 発明者 長谷川 里香

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号 ソニー株式会社内

(72) 発明者 野間 英樹

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号 ソニー株式会社内

(74) 代理人 100082740

弁理士 田辺 恵基

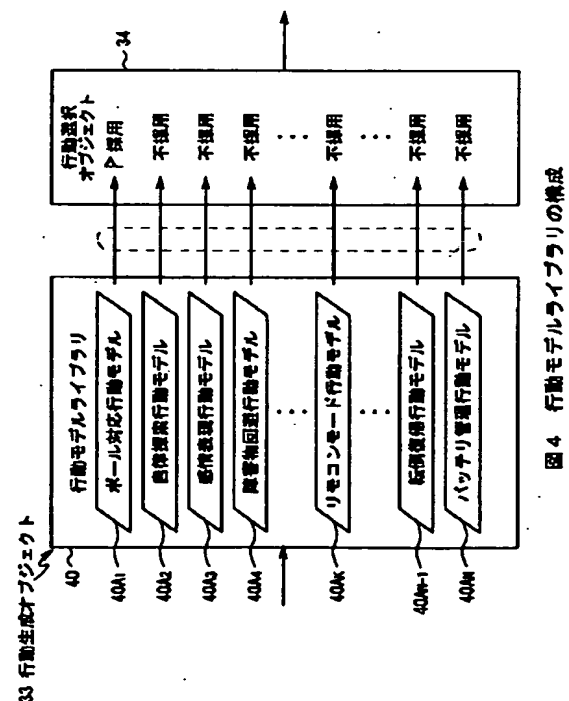
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ロボット装置及びその制御方法

(57) 【要約】

【課題】本発明は、アミューズメント性を格段と向上させ得るロボット装置及びその制御方法を実現しようとするものである。

【解決手段】行動モデルに基づいて行動を生成するロボット装置及びその制御方法において、複数種類の行動モデルのうち、外部からの入力情報と自己の行動及び又は成長履歴との少なくとも一方に基づいて行動モデルを選択するようにした。この結果このロボット装置の制御方法によれば、現在の状況に応じた最適な次の行動を連続して行わせることができ、かくしてアミューズメント性を格段と向上させ得るロボット装置及びその制御方法を実現できる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】複数種類の行動モデルを有し、外部からの入力情報と自己の行動履歴及び又は成長履歴との少なくとも一方に基づいて、各上記行動モデルの出力の中から1つの上記行動モデルの出力を選択する行動選択手段を具えることを特徴とするロボット装置。

【請求項2】上記行動選択手段によって選択された上記行動モデルの出力に基づいて、感情モデルに応じた情動の度合い及び又は本能モデルに応じた欲求の度合いを変更する情動欲求変更手段を具えることを特徴とする請求項1に記載のロボット装置。

【請求項3】各上記行動モデルには予め優先順位が設定され、

上記行動選択手段は、

上記入力情報と上記行動及び又は成長履歴との少なくとも一方に基づいて、各上記行動モデルの出力の中から少なくとも1つ以上の上記行動モデルの出力を抽出した後、当該抽出した各行動モデルの出力のうち上記優先順位が最も高い行動モデルの出力を選択することを特徴とする請求項1に記載のロボット装置。

【請求項4】上記行動選択手段によって選択された上記行動モデルの出力に基づいて、感情モデルに応じた情動の度合い及び又は本能モデルに応じた欲求の度合いを変更する情動欲求変更手段を具えることを特徴とする請求項3に記載のロボット装置。

【請求項5】複数種類の行動モデルを有し、外部からの入力情報と自己の行動履歴及び又は成長履歴との少なくとも一方に基づいて、各上記行動モデルの出力の中から1つの上記行動モデルの出力を選択することを特徴とするロボット装置の制御方法。

【請求項6】上記選択された上記行動モデルの出力に基づいて、感情モデルに応じた情動の度合い及び又は本能モデルに応じた欲求の度合いを変更することを特徴とする請求項5に記載のロボット装置の制御方法。

【請求項7】複数種類の上記行動モデルには予め優先順位が設定され、

上記入力情報と上記行動及び又は成長履歴との少なくとも一方に基づいて、各上記行動モデルの出力の中から少なくとも1つ以上の上記行動モデルの出力を抽出した後、当該抽出した各行動モデルの出力のうち上記優先順位が最も高い行動モデルの出力を選択することを特徴とする請求項5に記載のロボット装置の制御方法。

【請求項8】上記選択された行動モデルの出力に基づいて、感情モデルに応じた情動の度合い及び又は本能モデルに応じた欲求の度合いを変更することを特徴とする請求項7に記載のロボット装置の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はロボット装置及びその制御方法に関し、例えばペットロボットに適用して好

適なものである。

【0002】

【従来の技術】近年、ユーザからの指令や周囲の環境に応じて決まった動作を行う4足歩行型のペットロボットが本願特許出願人により提案及び開発されている。かかるペットロボットは、一般家庭において飼育する犬や猫に似た形状を有し、ユーザからの指令や周囲の環境などに応じて動作を行うものである。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところがかかるペットロボットにおいては、本物の犬や猫などのように、現在の状況に応じた最適な次の行動及び動作を行わせる機能や、過去の経験に基づいて次の行動及び動作を変化させる機能を搭載することができれば、より一層の親近感や満足感をユーザに与えて、ペットロボットとしてのアミューズメント性をより向上させることができるものと考えられる。

【0004】本発明は以上の点を考慮してなされたもので、アミューズメント性を格段と向上させ得るロボット装置及びその制御方法を提案しようとするものである。

【0005】

【課題を解決するための手段】かかる課題を解決するため本発明においては、ロボット装置及びその制御方法において、複数種類の行動モデルを有し、行動選択手段を用いて、外部からの入力情報と自己の行動履歴及び又は成長履歴との少なくとも一方に基づいて、各行動モデルの出力の中から1つの行動モデルの出力を選択するようにした。この結果このロボット装置及びその制御方法によれば、現在の状況に応じた最適な次の行動を連続して行わせることができる。

【0006】

【発明の実施の形態】以下図面について、本発明の一実施の形態を詳述する。

【0007】（1）本実施の形態によるペットロボットの構成

図1において、1は全体として本実施の形態によるペットロボットを示し、胴体部ユニット2の前後左右にそれぞれ脚部ユニット3A～3Dが連結されると共に、胴体部ユニット2の前端部及び後端部にそれぞれ頭部ユニット4及び尻尾部ユニット5が連結されることにより構成されている。

【0008】この胴体部ユニット2の内部には冷却ファン（図示せず）が設けられ、当該冷却ファンを介して上面2A及び下面2Bにはそれぞれ排気口2AX及び吸気口（図示せず）が形成されている。これによりペットロボット1では、冷却ファンの駆動に応じて、吸気口から吸入した空気を胴体部ユニット2の内部を介して排気口2AXから外へ排出するようにして、当該胴体部ユニット2の内部温度を低減し得るようになされている。

【0009】（2）ペットロボットシステムの内部構成

ここで図2に示すペットロボット1において、胴体部ユニット2には、このペットロボット1全体の動作を制御するコントローラ10と、このペットロボット1の動力源となるバッテリー11と、バッテリーセンサ12及び熱センサ13からなる内部センサ部14と、外部記憶メモリ15及び内部記憶メモリ16が接続された情報読書部17と、加速度センサ18及び角速度センサ19とが収納されている。

【0010】また頭部ユニット4には、「耳」に相当するマイクロホン20と、「目」に相当するCCD (Charge Coupled Device) カメラ21と、タッチセンサ22と、「口」に相当するスピーカ23と、赤外線距離センサ等である距離センサ24などがそれぞれ所定位置に配設されている。

【0011】さらに各脚部ユニット3A～3Dの関節部分や、各脚部ユニット3A～3D及び胴体部ユニット2の各連結部分、頭部ユニット4及び胴体部ユニット2の連結部分、並びに尻尾部ユニット5及び胴体部ユニット2の連結部分などにはそれぞれアクチュエータ3AA₁～3AA_K、3BA₁～3BA_K、3CA₁～3CA_K、3DA₁～3DA_K、4A₁～4A_L、5A₁～5A_Mが配設されている。そして頭部ユニット4のマイクロホン20は、ユーザから図示しないサウンドコマンド（操作内容に応じて異なる音階の音を発生するコマンド）により音階として与えられる「歩け」、「伏せ」又は「ボールを追いかける」等の指令音を集音し、得られた音声信号S1をコントローラ10に送出する。またCCDカメラ21は、前方向の状況を撮像し、得られた画像信号S2をコントローラ10に送出すると共に、距離センサ24は、前方の対象物までの距離を測定し、当該測定結果を距離測定信号S3としてコントローラ10に送出する。

【0012】さらにタッチセンサ22は、図1において明らかなように頭部ユニット4の上部に設けられており、ユーザからの「なでる」や「たたく」といった物理的な働きかけにより受けた圧力を検出し、検出結果を圧力検出信号S4としてコントローラ10に送出する。

【0013】さらに胴体部ユニット2のバッテリーセンサ12は、バッテリー11の残量を複数段階に分けて検出し、当該各段階の検出結果をバッテリー残量検出信号S5として順次コントローラ10に送出する。

【0014】さらに胴体部ユニット2の熱センサ13は、ペットロボット1の内部温度を検出し、当該検出結果を熱検出信号S6としてコントローラ10に送出する。

【0015】さらに胴体部ユニット2の加速度センサ18は、数十ミリ秒単位で3軸（X軸、Y軸、Z軸）方向の加速度をそれぞれ検出し、当該検出結果を加速度検出信号S7としてコントローラ10に送出する。また角速度センサ19は、数十ミリ秒単位で3各（R角、P角、

Y角）方向の回転角速度を検出し、当該検出結果を角速度検出信号S8としてコントローラ10に送出する。

【0016】コントローラ10は、マイクロホン20、CCDカメラ21、距離センサ24、タッチセンサ22、バッテリーセンサ12、熱センサ13、加速度センサ18、角速度センサ19から与えられる音声信号S1、画像信号S2、距離測定信号S3、圧力検出信号S4、バッテリー残量検出信号S5、熱検出信号S6、加速度検出信号S7及び角速度検出信号S8などに基づいて、周囲の状況や、ユーザからの指令、ユーザからの働きかけなどの有無を判断する。

【0017】そしてコントローラ10は、この判断結果と外部記憶メモリ15から情報読書部17を介して入力される制御プログラムとに基づいて続く行動を決定し、決定結果に基づいて必要なアクチュエータ3AA₁～3AA_K、3BA₁～3BA_K、3CA₁～3CA_K、3DA₁～3DA_K、4A₁～4A_L、5A₁～5A_Mを駆動させることにより、頭部ユニット4を上下左右に振らせたり、尻尾部ユニット5を動かしたり、各脚部ユニット3A～3Dを駆動して歩行させるなどの行動を行わせる。

【0018】またこの際コントローラ10は、必要に応じて所定の音声信号S9をスピーカ23に与えることにより当該音声信号S9に基づく音声を外部に出力させたり、このペットロボット1の「目」の位置に設けられた図示しないLED (Light Emitting Diode) を点灯、消灯又は点滅させる。

【0019】このようにしてこのペットロボット1においては、周囲の状況及び制御プログラム等に基づいて自律的に行動し得るようになされている。

【0020】また胴体部ユニット2内の外部記憶メモリ15は、外部から挿入可能なメモリスティック等の記録媒体であり、当該記録媒体にはペットロボット1全体についての上述した制御プログラムが予め格納されている。さらに内部記憶メモリ16には、ハードウェア情報、キャリブレーション情報、エラー動作実行プログラム、学習情報及び個性情報などが書換え可能な状態で格納されている。これら外部記憶メモリ15及び内部記憶メモリ16に格納されている各種のプログラム及び情報は、コントローラ10の制御に応じて情報読書部17が読み書きし得るようになされている。

【0021】これによりコントローラ10は、情報読書部17によって外部記憶メモリ15及び内部記憶メモリ16から読み出された各種のプログラム及び情報に基づいて、ペットロボット1の行動を決定することにより、当該決定に対応して必要なアドレス3AA₁～5A_Mを駆動し、必要に応じてスピーカ23から音声を出力するようになされている。

【0022】このようにしてこのペットロボット1においては、外部記憶メモリ15及び内部記憶メモリ16に

格納されている各種のプログラム及び情報に従って、ペットロボット1の自律的な行動を個性的に変化させ得るようになされている。

【0023】(3) ペットロボットの行動表現

このペットロボット1では、周囲の状況及び制御プログラム等に基づいて自律的に行動することに加えて、あたかも本物の動物のように、現在の状況に応じた最適な次の行動及び動作を行わせると共に、過去の経験に基づいて次の行動及び動作を変化させるようになされている。

【0024】ここでこのようなペットロボット1の行動生成に関するコントローラ10の処理について説明する。

【0025】図3に示すように、ペットロボット1の行動生成に関するコントローラ10の処理の内容を機能的に分類すると、特定の外部状態を認識する認識オブジェクト30、当該認識オブジェクト30の認識結果を入力セマンティクス (Semantics) と呼ばれる文字列に変換する意味変換オブジェクト31、当該意味変換オブジェクト31から得られる入力セマンティクスに基づいて感情及び本能の状態を表現する感情・本能生成オブジェクト32と、当該意味変換オブジェクト31から得られる入力セマンティクス及び感情・本能生成オブジェクト32の表現結果に基づいて選択可能な行動モデルを列挙する行動生成オブジェクト33と、当該行動生成オブジェクト33によって列挙された行動モデルのうち続く行動に最適な行動モデルを決定する行動選択オブジェクト34と、各アクチュエータ3A₁～5A_Mを駆動制御することによりペットロボット1に当該行動選択オブジェクト34によって決定された行動モデルに応じた行動を発現させる行動発現オブジェクト35とに分けることができる。

【0026】この場合認識オブジェクト30は、マイクロホン20から与えられる音声信号S1、CCDカメラ21から与えられる画像信号S2、距離センサ24から与えられる距離測定信号S3、タッチセンサ22から与えられる圧力検出信号S4、加速度センサ18から与えられる加速度検出信号S7、及び角速度センサ19から与えられる角速度検出信号S8に基づいて、ペットロボット1の周囲の状態や、ユーザからの指令、ユーザの働きかけなどの有無を認識すると共に、内部センサ24を構成するバッテリーセンサ22及び熱センサ23から与えられるバッテリー残量検出信号S4及び熱検出信号S5に基づいて、バッテリー21の残量状態やペットロボット1の内部温度を認識した後、これらの認識結果を意味変換オブジェクト31に通知する。

【0027】この意味変換オブジェクト31は、認識オブジェクト30から供給される認識結果を入力セマンティクスに変換した後、当該入力セマンティクスを感情・本能生成オブジェクト32及び行動生成オブジェクト33に供給する。

【0028】感情・本能生成オブジェクト32は、供給される入力セマンティクスと、胴体部ユーザ2内の内部記憶メモリ16から読み出された個人情報36とに基づいて、ペットロボット1の感情及び本能の状態を決定し、当該決定された感情及び本能の状態が所定レベルを越えた場合のみ、当該感情及び本能の状態を行動生成オブジェクト33に通知する。この個人情報には、入力セマンティクスと感情及び本能の状態との関係がパラメータ化されたものである。

【0029】かかる感情・本能生成オブジェクト32は、「喜び」、「悲しみ」、「怒り」、「驚き」、「恐怖」及び「嫌悪」の合計6つの各情動ごとに、その情動の強さを表すパラメータを保持すると共に、「愛情欲」、「探索欲」、「運動欲」及び「食欲」の合計4つの各欲求ごとに、その欲求の強さを表すパラメータを保持しており、これらの各情動及び各欲求のパラメータ値を、それぞれ入力セマンティクスから与えられる特定の認識結果 (「叩かれた」及び「撫でられた」など) や時間経過などに基づいて順次更新するようになされている。

【0030】具体的に感情・本能生成オブジェクト32は、供給される入力セマンティクスがペットロボット1の現在の行動に対して作用する度合いと、そのとき保持している各情動及び各欲求のパラメータ値がペットロボット1の現在の行動に対して作用する度合いと、他の情動から受ける抑制及び刺激の度合いと、ペットロボット1の行動出力と、経過時間などに基づいて、その情動及び欲求のパラメータ値を更新する。

【0031】行動生成オブジェクト33は、意味変換オブジェクト31から供給される入力セマンティクスと、感情・本能生成オブジェクト32から供給される各情動及び各欲求のパラメータ値と、胴体部ユーザ2内の内部記憶メモリ16から読み出された状態遷移表37に基づいて、ペットロボット1が次に発現する行動を選択する。

【0032】行動生成オブジェクト33は、図4に示すような、上述した種々のセンサ出力に応じてペットロボット1が次に発現可能な行動パターンをそれぞれ行動モデル40A₁～40A_Nとして配列した行動モデルライブラリ40として設定しておき、当該行動モデルライブラリ40の中から、供給されたセンサ出力のうち選択可能な行動モデル40A₁～40A_Nを列挙するようになされている。

【0033】この行動モデルライブラリ40には、「ボール対応行動モデル」、「自律探索行動モデル」、「感情表現行動モデル」、「障害物回避行動モデル」、…、…、「リモコンモード行動モデル」、…、「転倒復帰行動モデル」、「バッテリー管理行動モデル」などの予め選択されたいくつかの条件項目にそれぞれ対応させて、それぞれ独立した行動モデル40A₁～40A_Nが設け

られている。

【0034】なおこの実施の形態の場合、各行動モデル $40A_1 \sim 40A_N$ は、次の行動を決定する手法として、図5に示すような1つのノード(状態) $NODE_0 \sim NODE_n$ から他のどのノード $NODE_0 \sim NODE_n$ に遷移するかを各ノード $NODE_0 \sim NODE_n$ 間を接続するアーク $ARC_1 \sim ARC_{n+1}$ に対してそれぞれ設定された遷移確率 $P_1 \sim P_{n+1}$ に基づいて確率的に決定する確率オートマトンと呼ばれるアルゴリズムを用いる。

【0035】具体的に、各行動モデル $40A_1 \sim 40A_N$ は、それぞれ自己の行動モデルを形成する各ノード $NODE_0 \sim NODE_n$ にそれぞれ対応させて、これらノード $NODE_0 \sim NODE_n$ ごとの図6に示すような状態遷移表37を有している。

【0036】この状態遷移表37では、そのノード $NODE_0 \sim NODE_n$ において遷移条件とする入力イベント(認識結果)が「入力イベント名」の行に優先順に列記され、その遷移条件についてのさらなる条件が「データ名」及び「データの範囲」の行における対応する列に記述されている。

【0037】従って図6の状態遷移表37で表されるノード $NODE_{100}$ では、「ボールを検出(BALL)」という認識結果が与えられた場合に、当該認識結果と共に与えられるそのボールの「大きさ(SIZE)」が「50から100」の範囲であることが他のノードに遷移するための条件となっている。またこのノード $NODE_{100}$ では、「障害物を検出(OBSTACLE)」という認識結果が与えられた場合に、当該認識結果と共に与えられるその障害物までの「距離(DISTANCE)」が「40から80」の範囲であるか、又は感情・本能生成オブジェクト32に保持された「喜び(JOY)」のパラメータ値が「50から60」、「驚き(SURPRISE)」のパラメータ値「30から60」若しくは「悲しみ(SADNESS)」のパラメータ値が「90から100」の範囲であることが他のノードに遷移するための条件となっている。

【0038】また状態遷移表37では、「他のノードへの遷移確率」の欄における「遷移先ノード」の列にそのノード $NODE_0 \sim NODE_n$ から遷移できるノード名が列記されると共に、「入力イベント名」、「データ値」及び「データの範囲」の行に記述された全ての条件が揃ったときに遷移できる他の各ノード $NODE_0 \sim NODE_n$ への遷移確率が「他のノードへの遷移確率」の欄内の対応する箇所にそれぞれ記述され、そのノード $NODE_0 \sim NODE_n$ に遷移する際に出力すべき行動が「他のノードへの遷移確率」の欄における「出力行動」の行に記述されている。なお「他のノードへの遷移確率」の欄における各行の確率の和は100 [%]となっている。

【0039】従って図6の状態遷移表37で表されるノード $NODE_{100}$ では、例えば「ボールを検出(BALL)」し、そのボールの「大きさ(SIZE)」が「50から100」の範囲であるという認識結果が与えられた場合には、「30 [%]」の確率で「ノード $NODE_{120}$ (node 120)」に遷移でき、そのとき「ACTION1」の行動が出力されることとなる。

【0040】そして各行動モデル $40A_1 \sim 40A_N$ は、それぞれこのような状態遷移表として記述されたノード $NODE_0 \sim NODE_n$ がいくつも繋がるようにして構成されており、入力セマンティクスから認識結果が与えられたときなどに、対応するノード $NODE_0 \sim NODE_n$ の状態遷移表を利用して確率的に次の行動を決定し、決定結果を行動選択オブジェクト34に出力するようになされている。

【0041】行動選択オブジェクト34は、行動モデルライブラリ40の各行動モデル $40A_1 \sim 40A_N$ からそれぞれ出力される行動のうち、予め定められた優先順位の高い行動モデルから出力された行動を選択し、当該行動を実行すべき旨のコマンドを出力セマンティクスからなる文字列に変換して出力する。なおこの実施の形態においては、図4において下側に表記された行動モデル $40A_1 \sim 40A_N$ ほど優先順位が高く設定されている。

【0042】また行動選択オブジェクト34は、行動完了後に当該行動履歴としての出力セマンティクスを感情・本能生成オブジェクト32に通知することによってフィードバックさせる。かかる行動履歴情報は、ベクトロポット1が発現した行動を累積的にまとめた情報であり、当該行動発現の順番(例えば、「蹴り」、「怒り」及び「喜び」の順)に従って履歴情報の内容が決定されるようになされている。

【0043】この結果、感情・本能生成オブジェクト32は、「喜び(joy)」、「悲しみ(sadness)」、「怒り(anger)」、「驚き(surprise)」、「嫌悪(disgust)」及び「恐れ(fear)」の合計6つの情動について、各情動ごとにその情動の強さを表すパラメータを保持しており、これら各情動のパラメータ値を、それぞれ入力セマンティクスから与えられる「叩かれた」及び「撫でられた」などの特定の認識結果と、時間経過及び行動選択オブジェクト34から与えられる出力セマンティクスなどに基づいて順次更新するようになされている。

【0044】具体的には、行動選択オブジェクト34において、バッテリーセンサ12の検出結果がバッテリー11の残量状態が所定レベル以下であることを表す場合には、この他の種々のセンサの検出結果にかかわらず、優先的に「バッテリー管理行動モデル」 $40A_N$ を選択する。

【0045】またバッテリー11の残量状態が所定レベル以上であり、かつ加速度センサ18の検出結果がベクト

ロボット1が転倒していることを表す場合には、この他の種々のセンサの検出結果にかかわらず、優先的に「転倒復帰行動モデル」40A_{N-1}を選択する。

【0046】さらに「リモコンモード行動モデル」40A_Kよりも優先度の高い行動モデルに対応する各センサの検出結果がそれぞれ該当する行動モデルを決定することなく、かつマイクロホン20の検出結果がユーザの指示があったことを表す場合には、優先的に「リモコンモード行動モデル」40A_Kを選択する。

【0047】さらに「障害物回避行動モデル」40A₄よりも優先度の高い行動モデルに対応する各センサの検出結果がそれぞれ該当する行動モデルを決定することなく、かつCCDカメラ21の検出結果がペットロボット1の前方にボール以外の障害物があることを表す場合には、優先的に「障害物回避行動モデル」40A₄が選択される。

【0048】さらに上述した優先順位に従って配列された各行動モデル40A₁～40A_Nのうち「障害物回避行動モデル」40A₄までの行動モデルが決定されることなく、かつタッチセンサ22の検出結果がペットロボット1の感情が所定レベル以上変化したことを表す場合には、優先的に「感情表現行動モデル」40A₃を選択する。

【0049】さらに上述した優先順位に従って配列された各行動モデル40A₁～40A_Nのうち「感情表現行動モデル」40A₃までの行動モデルが決定されることなく、かつマイクロホン20、CCDカメラ21、タッチセンサ22及び又はバッテリーセンサ22の検出結果がペットロボット1が退屈及び又は空腹な状態にあることを表している場合には、優先的に「自律探索行動モデル」40A₂を選択する。

【0050】そして上述した優先順位に従って配列された各行動モデル40A₁～40A_Nのうち「自律探索行動モデル」40A₂までの行動モデルが決定されることなく、かつCCDカメラ21と呼び距離センサ24の検出結果がペットロボット1がボールの存在（色や形など）を認識した場合には、優先的に「ボール対応行動モデル」40A₁を選択する。

【0051】このようにして行動選択オブジェクト34は、優先順位の高い行動モデル40A₁～40A_Nを選択した後、当該選択した行動モデル40A₁～40A_Nに応じた行動をペットロボット1に発現させると共に、当該発現行動を出力セマンティクスに変換して感情・本能生成オブジェクト32にフィードバックさせる。

【0052】かくして感情・本能生成オブジェクト32は、行動選択オブジェクト34からフィードバックされた出力セマンティクスに基づいて、上述した入力セマンティクス及び個人情報36に基づき決定されたペットロボット1の感情及び本能の状態に応じた各情動及び各欲求のパラメータ値を更新することにより、ペットロボッ

ト1の次の行動を出力セマンティクスで表される行動内容が反映するように発現させることができる。

【0053】具体的には、第1の例として、図3との対応部分に同一符号を付した図7に示すように、ペットロボット1が好きな色を見ていたときに頭部を何度も叩かれた場合、当該頭部のタッチセンサ22が押圧されるごとに、感情・本能生成オブジェクト32では、「好きな色を見たときに嬉しくなる」ようなパラメータを、「好きな色を見てもあまり喜ばない、若しくは嫌いになる」ように値を変更することによって、行動生成オブジェクト33及び行動発現オブジェクト35では、最初は「喜び」の行動を発現しているが次第に「怒り」の行動を発現するようになる。

【0054】この結果、ペットロボット1に対して次にピンク色のボールを見せたときでも前回に比べてあまり喜ばず無視する場合もある。従って、ユーザの扱い方しだいによってはペットロボット1の嗜好を様々な歩行に変更させることができる。

【0055】また第2の例として、ペットロボット1がボールを見て（又は追いかけて）いたときに撫でられた場合には、「ボールがもっと好きになる」ようにボールに対する感情変動のパラメータ値を変更することによって、非常にボールが好きな性格に変更させていくことができる。

【0056】さらに第3の例として、ペットロボット1の探索欲、運動欲及び愛情欲などが下がっているときにユーザがリモートコマンド（図示せず）を用いてペットロボットに「お手」を発現させようとした場合、当該「お手」を行動させようとする状態にパラメータ値が、感情及び本能を表すパラメータ値に達していないときにはペットロボット1が何も行動を発現しないことができる。

【0057】それでもユーザが何度も「お手」を発現させようとした場合、ペットロボット1に対して何度も「お手」の発現命令が入力セマンティクスとして入力されるのに対して、ペットロボット1には「寝る」や「あくびをする」などの行動発現が出力セマンティクスとしてフィードバックされるため、この結果ペットロボット1は「お手」に対する欲求のパラメータ値が下がることとなり、その行為をする意欲が失われ、かくしてユーザの意にそぐわない「お手をなかなかしない」状態に変更することができる。

【0058】さらに第4の例として、図3との対応部分に同一符号を付した図8に示すように、ペットロボット1がピンク色のボールを発見すると、当該ボールに近づいて蹴ろうとする。このとき感情・本能生成オブジェクト32では、ボールに近づくにつれて「ボール（大）」の認識結果が入力セマンティクスとして入力され、次に「キック」の行動発現が出力セマンティクスとしてフィードバックされる。その際にペットロボット1がボール

を蹴るのに成功すると、当該ボールが遠ざかるため「ボール(小)」の認識結果が入力セマンティクスとして入力される。

【0059】このとき感情・本能生成オブジェクト32では、「キック」から「ボール(小)」への入力セマンティクスの遷移に基づいて、ペットロボット1は「ボールを蹴るのに成功した」と判断し、当該判断結果に応じて「ボール」に対して「喜び」の感情及び「運動欲」の本能の状態に基づくパラメータ値が大きくなるように変更させることにより、ペットロボット1がボールを見ると喜びと運動欲が高まるためボール遊びをする度合いが高くなるように性格を変更することができる。

【0060】これとは反対にペットロボット1がボールを蹴り損ねた場合には、感情・本能生成オブジェクト32では、「悲しみ」や「嫌い」などの感情の状態に基づくパラメータ値が大きくなるように変更させることにより、ペットロボット1がボール遊びをあまりしない性格に変更することができる。

【0061】(4) 本実施の形態による動作及び効果
以上の構成において、このペットロボット1では、現在の状態から次に発現可能な行動パターンをそれぞれ行動モデルとして設定しておき、これら複数の行動モデルの中から周囲及び内部の状況やユーザからの働きかけに応じた各行動モデル $40A_1 \sim 40A_N$ を抽出した後、このうち最も優先順位が高い行動モデル $40A_1 \sim 40A_N$ を選択して、当該選択した行動モデル $40A_1 \sim 40A_N$ に応じた行動を発現させることにより、現在の状況に応じた最適な次の行動を連続して行わせることができる。

【0062】そして実際にペットロボット1がかかる行動モデルに応じた行動を発現した後、当該発現した行動結果(すなわち行動履歴)をフィードバックさせるようにして、ペットロボット1の感情及び本能の状態に応じた情動及び欲求の度合いを当該行動結果に応じて変更するようにしたことにより、現在の行動結果を次の行動に反映させることができ、かくして現在の行動から次の行動への遷移を関連付けることができる分だけ、環境適応性の高いペットロボット1を実現することができる。

【0063】また行動モデルライブラリ40内に複数の行動モデル $40A_1 \sim 40A_N$ を設定しておき、当該各行動モデルからそれぞれ遷移可能な行動を展開させるようにしたことにより、行動モデルライブラリ40という概念を設けることなく単一の行動モデルから遷移可能な行動を展開させる場合と比較して、遷移可能な行動の数を格段と増加させることができ、かくしてより一層複雑な行動ペットロボット1に発現させることができる。

【0064】さらに複数の行動モデル $40A_1 \sim 40A_N$ を行動モデルライブラリ40内に設けたことにより、単一の行動モデルの場合と比較して、各行動モデルごとに遷移確率や対応するアクションなどの設定を調整する

ことができ、その分ペットロボット1をあたかも本物の動物と同じように行動させるための種々の設定(メンテナンスやバージョンアップなど)を比較的容易に行うことができる。

【0065】以上の構成によれば、このペットロボット1において、周囲及び内部の状況やユーザからの働きかけに応じて選択された行動を発現した状態で次に最も優先順位が高い行動を発現させるようにしたことにより、現在の状況に応じた最適な次の行動を連続して行わせることができ、かくしてアミューズメント性を格段と向上させ得るペットロボット1を実現できる。

【0066】そして実際にペットロボット1が上述のように選択された行動を発現した後、当該発現した行動結果に基づいて、ペットロボット1の感情及び本能の状態に応じた情動及び欲求の度合いを変更するようにしたことにより、現在の行動結果を次の行動に反映させて環境適応性を高くすることができ、かくしてアミューズメント性を格段と向上させ得るペットロボット1を実現できる。

【0067】(5) 他の実施の形態

なお上述の実施の形態においては、図1のように構成された4足歩行型のペットロボット1に適用するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、この他種々の構成のロボットに広く適用することができる。

【0068】この場合において上述の実施の形態では、コントローラ10、各アクチュエータ $3A_1 \sim 5A_M$ 及びスピーカ23等を適用して、行動モデルの出力に基づいて行動を生成するようにした場合について述べたが、本発明を適用するロボット装置の形態に応じてこの他種々の構成を適用することができる。

【0069】またこの場合において上述の実施の形態においては、行動生成に使用する複数種類の行動モデルとして、図4に示すような行動モデルライブラリ40に設けられた複数の行動モデル $40A_1 \sim 40A_N$ を適用するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、この他種々の行動を行動モデルとして行動モデルライブラリに設けるようにしても良い。

【0070】例えば図4との対応部分に同一符号を付した図9に示すように、行動生成オブジェクト33に行動モデルライブラリ50を設け、目的別に分類された各行動モデル $50A_{1X} \sim 50A_N$ のうち、「ボール対応行動モデル」をそれぞれ成長段階に合わせた「ボール対応行動モデル1」 $50A_{1X}$ 及び「ボール対応行動モデル2」 $50A_{1Y}$ の2種類とすると共に、「自律探索行動モデル」をそれぞれ成長段階に合わせた「自律探索行動モデル1」 $50A_{2X}$ 及び「自律探索行動モデル2」 $50A_{2Y}$ の2種類に分類するようにしても良い。

【0071】この場合、上述した図3において、コントローラ10の行動生成オブジェクト33は、行動発現オブジェクト35からフィードバックされた出力セマンテ

ィクスに基づいて、ペットロボット1の成長段階（例えば「誕生期」、「幼年期」、「少年期」、「青年期」及び「成人期」の5段階）に合わせて行動モデルを選択するようにしても良い。この結果、かかる成長段階に合わせて選択した行動モデルの行動結果が成長履歴として感情・本能生成オブジェクト32にフィードバックされることにより、現在までの行動履歴のみならず成長履歴をも次の行動に反映させて環境適応性を高くすることができ、かくしてアミューズメント性を格段と向上させ得るペットロボット1を実現できる。

【0072】さらに上述の実施の形態においては、行動モデルライブラリ40に設けられた複数種類の行動モデル40A₁～40A_Nの出力の中から、外部から与えられる入力カイマンティクス（入力情報）と自己の行動及び又は成長履歴との少なくとも一方に基づいて、1つの行動モデルを選択する行動選択手段として、コントローラ10の行動選択オブジェクト34を適用した場合について述べたが、本発明はこれに限らず、行動選択手段としては本発明を適用するロボット装置の形態に応じてこの他種々の構成を適用することができる。

【0073】さらに上述の実施の形態においては、選択された行動モデルに応じた行動を発現した後にフィードバックされる当該行動モデルに基づいて、感情モデルに応じた情動の度合い及び又は本能モデルに応じた欲求の度合いを変更させる情動欲求変更手段として、コントローラ10の感情・本能生成オブジェクト32を適用するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、要は、現在の行動結果を次の行動に反映させることができれば、情動欲求変更手段としてはこの他種々の構成を適用することができる。

【0074】さらに上述の実施の形態においては、図4の行動モデルライブラリ40に示すような下側に記述されているほど優先順位が高くなるように各行動モデル40A₁～40A_Nの優先順位を設定するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、これ以外の順番で優先順位を設定するようにしても良い。

【0075】さらに上述の実施の形態においては、感情モデルに応じた情動として、「喜び」、「悲しみ」、「怒り」、「驚き」、「嫌悪」及び「恐れ」の6つの情動を設けると共に、本能モデルに応じた欲求として、「運動欲」、「愛情欲」、「食欲」及び「好奇心」の4つの欲求を設けるようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、情動及び欲求の数及び種類としては、この他種々の数及び種類を広く適用することができる。

【0076】

【発明の効果】上述のように本発明によれば、複数種類の行動モデルを有し、外部からの入力情報と自己の行動及び又は成長履歴との少なくとも一方に基づいて、各行動モデルの出力の中から1つの行動モデルの出力を選択する行動選択手段を設けるようにしたことにより、現在の状況に応じた最適な次の行動を連続して行わせることができ、かくしてアミューズメント性を格段と向上させ得るロボット装置を実現できる。

【0077】また本発明によれば、複数種類の行動モデルを有し、外部からの入力情報と自己の行動及び又は成長履歴との少なくとも一方に基づいて、各行動モデルの出力の中から1つの行動モデルの出力を選択するようにした。この結果このロボット装置の制御方法によれば、現在の状況に応じた最適な次の行動を連続して行わせることができ、かくしてアミューズメント性を格段と向上させ得るロボット装置の制御方法を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本実施の形態によるペットロボットの外観構成を示す斜視図である。

【図2】ペットロボットの回路構成を示すブロック図である。

【図3】コントローラ内のソフトウェア構成を示す概念図である。

【図4】行動モデルライブラリの説明に供する概念図である。

【図5】確率オートマトンを示す略線図である。

【図6】状態遷移表を示す図表である。

【図7】行動履歴のフィードバックによる情動及び欲求の度合いの変更の説明に供する略線図である。

【図8】行動履歴のフィードバックによる情動及び欲求の度合いの変更の説明に供する略線図である。

【図9】他の実施の形態による行動モデルライブラリの説明に供する概念図である。

【符号の説明】

1……ペットロボット、2……胴体部ユニット、3A～3D……脚部ユニット、4……頭部ユニット、5……尻尾部ユニット、10……コントローラ、30……認識オブジェクト、31……意味変換オブジェクト、32……感情・本能生成オブジェクト、33……行動生成オブジェクト、34……行動選択オブジェクト、35……行動発現オブジェクト、36……個人情報、37……状態遷移表、40、50……行動モデルライブラリ、40A₁～40A_N、50A_{1X}～50A_N……行動モデル。

【図1】

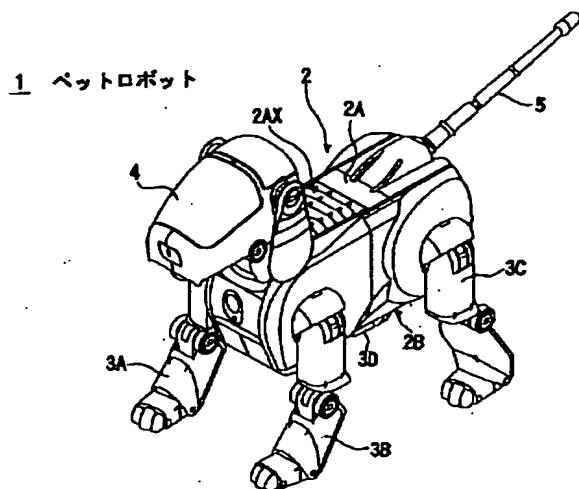


図1 本実施の形態によるペットロボットの構成

【図3】

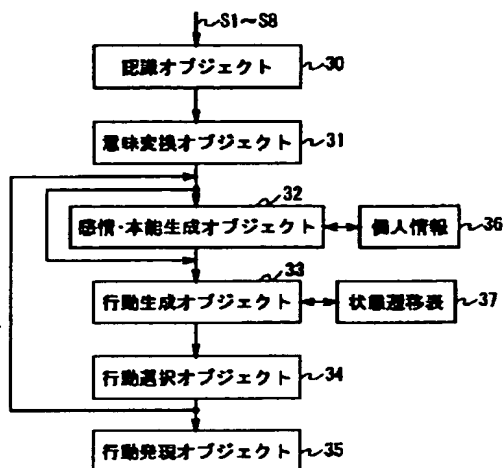


図3 ペットロボットの行動生成

【図2】

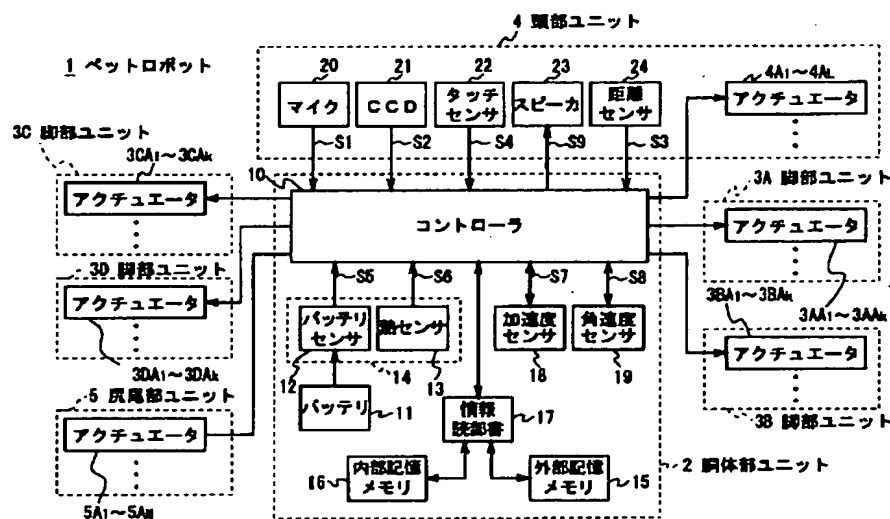


図2 ペットロボットの内部構成

【図7】

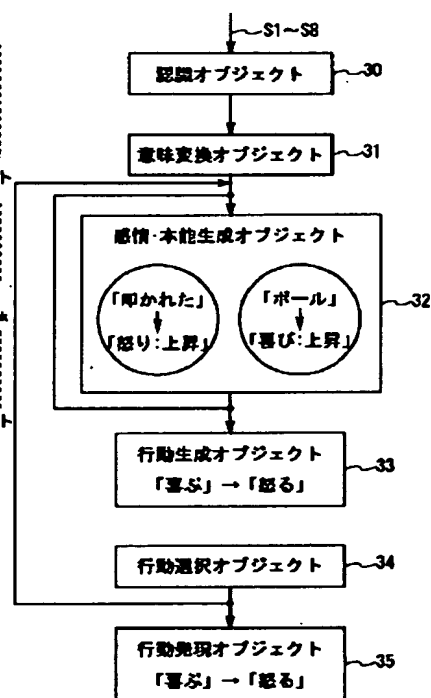


図7 行動履歴のフィードバックによる情動及び欲求の度合いの変更(1)

【図5】

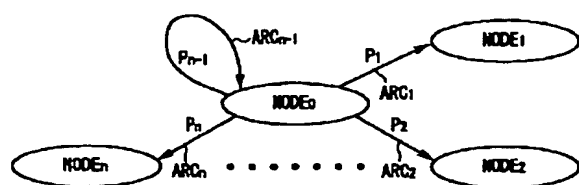


図5 確率オートマトン

【図4】

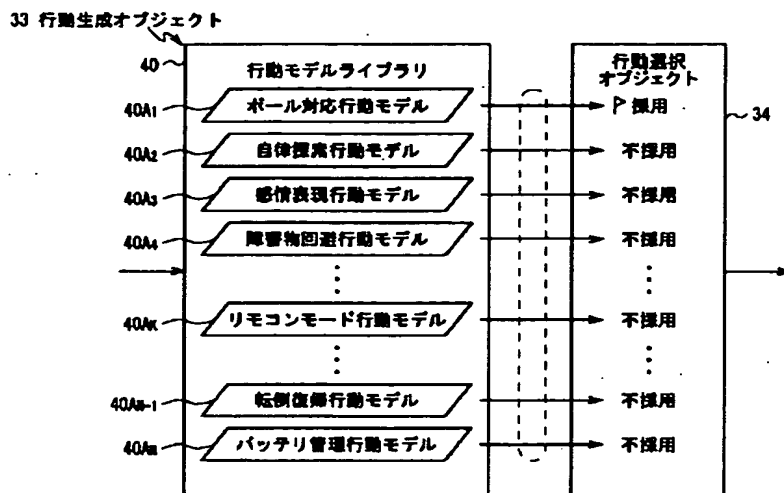


図4 行動モデルライブラリの構成

【図6】

NODE100				NODE120			
node 100	入力イベント名	データ名	データの範囲	他のノードへの遷移確率 Di			
遷移先ノード				node 120	node 120	node 1000	node 600
出力行動				ACTION 1	ACTION 2	MOVE BACK	ACTION 4
1	BALL	SIZE	0.1000	30%			
2	PAT				40%		
3	HIT				20%		
4	NOTION					50%	
5	OBSTACLE	DISTANCE	0.100			100%	
6		JOY	50.100				
7		SURPRISE	50.100				
8		SADNESS	50.100				

37

図6 状態遷移表

【図8】

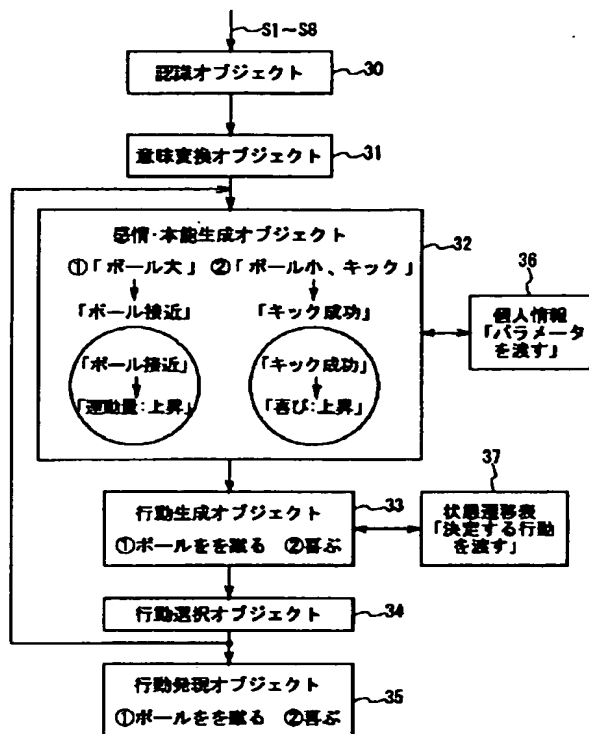


図8 行動履歴のフィードバックによる
情動及び欲求の度合いの変更(2)

【図9】

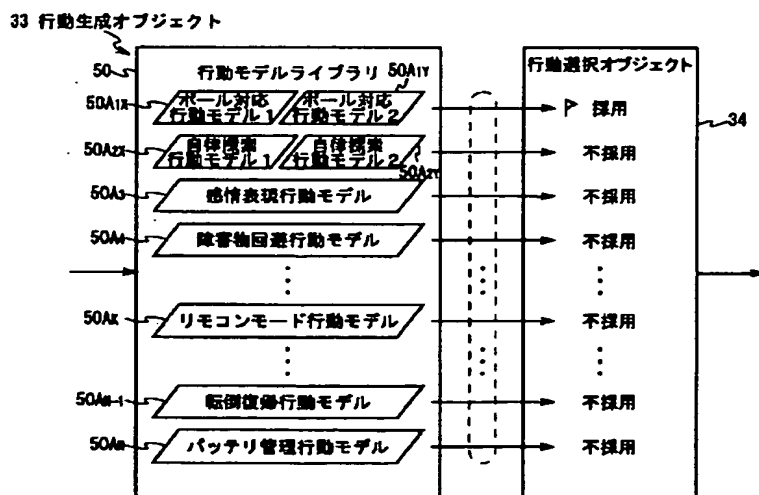


図9 他の実施の形態

フロントページの続き

Fターム(参考) 3F059 AA00 BA00 BB06 DA05 FC00
FC15
3F060 AA00 BA10 CA14
5H004 GA26 GB16 HA07 HB01 HB03
HB07 HB08 HB09 HB15 JA02
JA03 JB05 JB06 KC35 KC47
KD55 KD62 KD70 LA18 LB08
LB10 MA29 MA30